

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
10. Januar 2002 (10.01.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/02057 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: A61K 6/083, C07F 9/38 (74) Anwalt: GLAWE, DELFS, MOLL; Rothenbaumchaussee 58, 20148 Hamburg (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/07602

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

(22) Internationales Anmeldedatum:  
3. Juli 2001 (03.07.2001)

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i) für die folgenden Bestimmungsstaaten JP, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten JP, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.



**WO 02/02057 A1**

(54) Title: DENTAL MATERIAL CONTAINING PHOSPHONIC ACIDS

(54) Bezeichnung: PHOSPHONSÄUREN ENTHALTENDES DENTALMATERIAL

(57) Abstract: The invention relates to dental materials which contain hydrolysis-resistant phosphonic acids with ethylenically unsaturated double bonds and which are especially suitable for use as adhesion promoters.

(57) Zusammenfassung: Gegenstand der Erfindung sind Dentalmaterialien, die hydrolysestabile Phosphonsäuren mit ethylenisch ungesättigten Doppelbindungen enthalten und die sich besonders als Haftvermittler eignen.

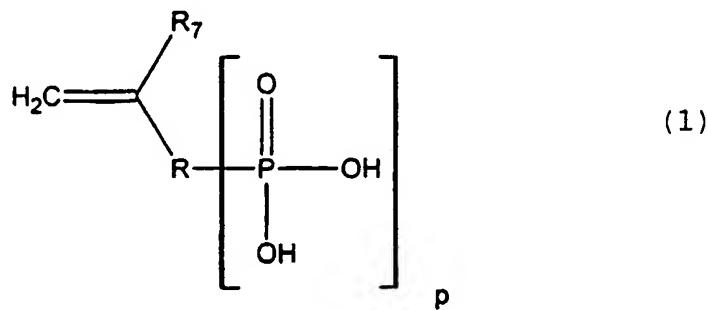
**Phosphonsäuren enthaltendes Dentalmaterial**

- 10 Die Erfindung betrifft Dentalmaterialien, insbesondere Haftvermittler oder polymerisierbare Zemente wie bspw. Compomere oder Glasionomerzemente mit polymerisierbaren Säuren, wie sie grundsätzlich aus DE-A-3536076 und DE-A-3536077 bekannt sind.
- 15 Dentalmaterialien mit polymerisierbaren Phosphorsäuren als Comonomere sind bekannt, sie enthalten üblicherweise Phosphorsäure und Acrylate oder Methacrylate. Aus DE-A-19647140 ist es bspw. bekannt, ein Hydroxyalkylacrylat bzw. -methacrylat mit Phosphat zu verestern. Nachteilig an diesen Substanzen ist die geringe Hydrolysestabilität, da die Esterbindungen zwischen Phosphat und Alkylkette sowie zwischen Methacrylat und Alkylkette leicht hydrolytisch gespalten werden können. Dies vermindert die Lagerstabilität des Dentalmaterials und führt unter den Bedingungen in der Mundhöhle zu einer reduzierten Dauerhaltbarkeit im Zahn.
- 20
- 25

Aus DE-A-19746708 ist es bekannt, Phosphonate über einen Spacer an die Methylgruppe eines Methacrylates zu binden. Bekannt sind ferner Phosphinoxide, die über eine Urethangruppe mit Methacrylaten oder Styrol verknüpft sind (J. Smid et al., Journal of Polymer Science, Part A Polymer Chemistry, 31, 239 - 247 (1993)) sowie die Verknüpfung von Phosphonsäuren mit Methacrylaten über einen Ester (DE-A-19918974). Der

Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Dentalmaterialien der eingangs genannten Art zu schaffen, die gute Hafteigenschaften und eine hohe Hydrolysestabilität aufweisen.

- 5 Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Merkmale des Hauptanspruchs. Dementsprechend enthalten die Dentalmaterialien Phosphonsäuren der nachfolgend angegebenen Struktur bzw. Salze dieser Säuren:



- 10 wobei R, R<sub>1</sub> und p unabhängig voneinander bedeuten:

entweder:

- a) R: Alkylgruppe oder Alkylengruppe mit mindestens 6  
 15 C-Atomen oder Arylgruppe,  
 R<sub>1</sub>: H, Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl oder Butyl,  
 p gleich 1 oder 2;

oder:

- 20 b) R: -CO-NR<sub>1</sub>-R<sub>2</sub>-  
 mit R<sub>1</sub> gleich H, Alkyl oder Aryl,  
 mit R<sub>2</sub> gleich Aryl oder C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>

- 25 wobei 4 ≤ n ≤ 18 ist,

oder  $R_8$  gleich  $C_nH_{2n}-Si(R_5)_2-[O-Si(R_5)_2]_m-C_nH_{2n}-$

wobei  $3 \leq n \leq 12$ ,

$1 \leq m \leq 10$ , und

5  $R_5$  gleich Methyl, Ethyl oder Phenyl ist,

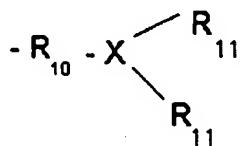
oder  $R_8$  gleich  $C_nH_{2n}-COONH-C_nH_{2n}$

wobei  $4 \leq n \leq 12$  ist, und wobei  $R_8$  Ether- oder weitere Urethangruppen aufweisen kann,

10  $R_7$  und  $p$  wie in a) definiert sind;

oder:

15 c)  $R$ :



mit  $R_{10}$  ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Arylgruppen, Alkylgruppen mit mindestens 3 C-Atomen, oder Polymethoxygruppen mit 1 bis 10 Polyethereinheiten, mit  $R_{11}$  gleich oder verschieden ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Alkylgruppen und Arylgruppen,  
mit X gleich N, B oder CH,

25

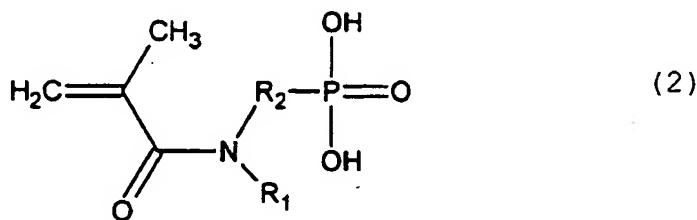
$R_7$ :  $COOR_9$ ,  $CONHR_9$ , H oder Phenyl mit  $R_9$  ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl und Butyl,

30  $p$  gleich 2.

Der Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zugrunde, daß Moleküle mit einer verhältnismäßig langkettigen Brücke zwischen Phosphonsäuregruppe und reaktiver Doppelbindung, wie sie im Anspruch definiert ist, eine hohe Hydrolysestabilität und gleichzeitig verbesserte Hafteigenschaften aufweisen.

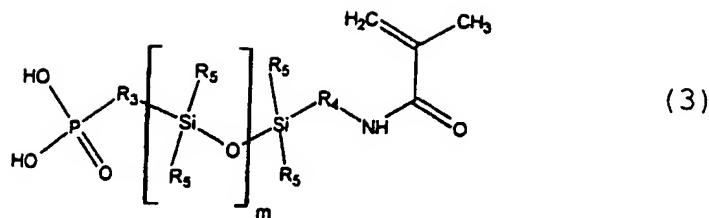
Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

- 10 Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung hat die nachfolgend angegebene Struktur:



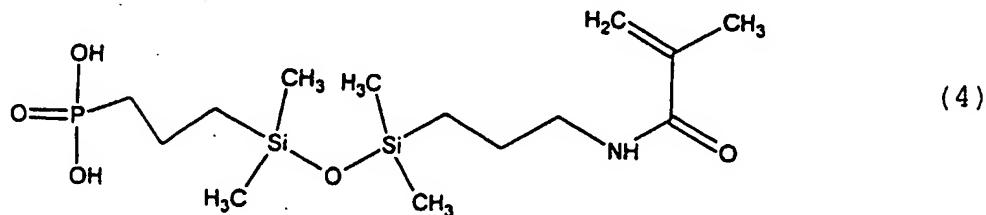
R<sub>1</sub> ist Wasserstoff, eine Alkyl- oder Arylgruppe. Bevorzugt wird R<sub>1</sub> ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Wasserstoff, Methyl, Ethyl und Isopropyl. R<sub>2</sub> ist eine Alkylgruppe mit 4 bis 18 C-Atomen, die unverzweigt oder verzweigt sein kann. Bevorzugt enthält sie 6 bis 12 C-Atome. Im Rahmen der Erfindung kann R<sub>2</sub> auch als Alkylkette ausgebildet sein, die durch Ethergruppen oder weitere Urethangruppen unterbrochen ist.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform haben die Phosphonsäuren folgende Struktur:

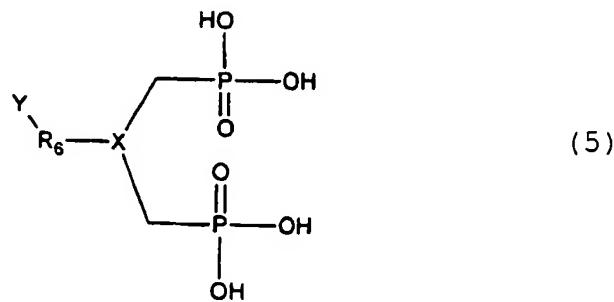


In dieser Formel sind R<sub>3</sub> oder R<sub>4</sub> Aryl- oder Alkylgruppen. Die  
 5 Alkylgruppen können unverzweigt oder verzweigt sein und wei-  
 sen vorzugsweise 3 bis 12 C-Atome auf. Die Substituenten R<sub>5</sub>  
 sind gleich oder verschieden und stellen Methyl-, Ethyl- oder  
 Phenylgruppen dar. m ist gleich 1 bis 10.

10 Unter den Phosphonsäuren mit Silikonanteilen in der Brücken-  
 verbindung zwischen reaktionsfähiger Doppelbindung und Phos-  
 phorsäure ist folgende Struktur bevorzugt:



15 Folgende Diphosphonate sind bevorzugt in den erfindungsgemäß-  
 ßen Dentalmaterialien verwendbar:



X ist Stickstoff, Bor oder eine CH-Gruppe, R<sub>6</sub> ist eine unverzweigte oder verzweigte Alkylgruppe mit wenigstens 3 C-Atomen, eine Arylgruppe oder eine Polyethergruppe mit 1 bis 5 10 Polyethereinheiten, und Y enthält ethylenisch ungesättigte Doppelbindungen, insbesondere ist Y ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus CH<sub>2</sub>=CH-O-, Styrol, Methacrylamid und CH<sub>2</sub>=C(COOR<sub>12</sub>)-CH<sub>2</sub>-, wobei R<sub>12</sub> gleich H, Methyl, Ethyl, Propyl, iso-Propyl oder Butyl ist.

10

Gegenstand der Erfindung ist ferner die Verwendung eines erfindungsgemäßen Dentalmaterials als Haftvermittler, Compomer oder polymerisierbarer Zement.

15 Bei der Verwendung als Haftvermittler kann das Dentalmaterial ausschließlich aus den genannten Phosphonsäuren bzw. deren Salzen bestehen, es kann ein oder mehrere Lösungsmittel enthalten und/oder zusätzliche polymerisierbare Monomere wie insbesondere Acrylate oder Methacrylate.

20

Geeignete Lösungsmittel für Dentalmaterialien sind dem Fachmann geläufig, bevorzugt werden Wasser, Methanol, Ethanol, Isopropanol, Aceton, Ethylmethylketon, Ethylacetat sowie Mischungen der vorgenannten Stoffe.

25

Ein Zusatz wasserlöslicher Methacrylate wie z. B. Hydroxyethyl(meth)acrylate oder Hydroxypropyl(meth)acrylate ist bevorzugt. Als weitere (Meth)acrylate eignen sich bevorzugt (Meth)acrylate, die mindestens zwei Methacrylatgruppen aufweisen wie z. B. Ethylenglycoldi(meth)acrylat, Diethylenglycoldi(meth)acrylat, Triethylenglycoldi(meth)acrylat, Tetraethylenglycoldi(meth)acrylat, Hexandioldi(meth)acrylat, Bu-

tandioldi(meth)acrylat, Dodecandioldi(meth)acrylat, 2,2-Bis[p-(hydroxy(meth)acryloyloxy)phenyl]propan, ethoxyliertes Bisphenol-A-di(meth)acrylat, Glycerindi(meth)acrylat, Urethane-di(meth)acrylat, Urethanpolyester-di(meth)acrylat, Trimethylolpropantri(meth)acrylat, Dipentaerytrit-penta(meth)acrylat.

Auch eine weitere Säure in Form einer polymerisierbaren Carbonsäure kann hinzugefügt werden. Beispielhaft seien erwähnt Maleinsäure-mono-2-methacryloyloxyethylester, Phthalsäure-mono-2-methacryloyloxyethylester und Trimellitsäure-mono-2-methacryloyloxyethylester.

Wenn im Rahmen der Erfindung von Dentalmaterialien die Rede ist, sind damit alle Materialien gemeint, die im Rahmen von restaurativen oder prothetischen Arbeiten an Zähnen Anwendung finden und die erfindungsgemäß Phosphonate bzw. deren Salze enthalten. Besonders vorteilhaft sind die erfindungsgemäß Phosphonsäuren in Haftvermittlern einsetzbar.

20

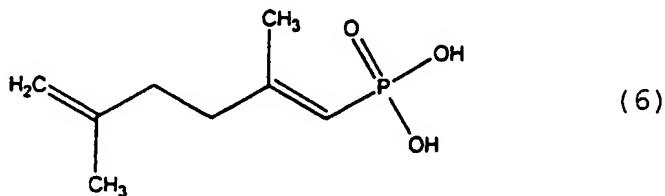
Erfindungsgemäße Dentalmaterialien können insbesondere folgende Inhaltsstoffe aufweisen:

- 2,5 bis 60 Gew.-% erfindungsgemäße Phosphonsäuren bzw. deren Salze,
- 5 bis 80 Gew.-% weitere radikalisch polymerisierbare Comonomere,
- 0 bis 80 Gew.-% Lösungsmittel,
- 0 bis 2 Gew.-% radikalische Polymerisationsinitiatoren,
- 0 bis 80 Gew.-% Füllstoffe (abhängig von der vorgesehenen Anwendung als Haftvermittler, Zement oder Compo-

mer).

Für Haftvermittler ist ein Anteil von 0-20 Gew.-% Füllstoffen bevorzugt; Zemente und Compomere sind bevorzugt lösemittelfrei und der Füllstoffanteil liegt bevorzugt zwischen 40 und 80 Gew.-%.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben. Zunächst wird die teilweise mehrstufige Synthese erfindungsgemäßer Phosphonsäuren beschrieben, anschließend die Zusammensetzung von Ausführungsbeispielen erfundungsgemäßer Haftvermittler.



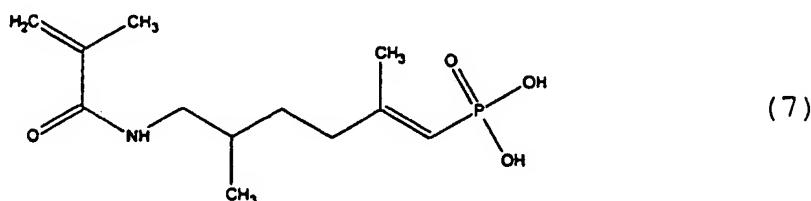
Synthese von 1-(2,5-Dimethyl-1,5-hexadienyl)-phosphonsäure  
(Formel (6))

104 g (0,5 mol)  $\text{PCl}_5$  werden in 1 l Toluol suspendiert und unter Kühlen 120 ml (0,6 mol) 2,5-Dimethyl-1,5-hexadien hinzugegossen. Man hält die Reaktion noch 3 h auf 15°C und leitet dann 3 h  $\text{SO}_2$  bei 15°C ein. Dann werden Toluol und  $\text{SOCl}_2$  abdestilliert, 0,5 g Triphenylphosphan hinzugefügt und die Mischung bei 180°C 8 h bei leichtem Unterdruck gehalten.

Die Mischung wird mit 100 ml Dichlormethan verdünnt und unter Kühlen und heftigem Rühren mit 300 ml einer 5 molaren NaOH-Lösung tropfenweise versetzt. Nach 2 h wird die Reaktionsmischung mit 300 ml Wasser verdünnt und unter Kühlen mit 300 ml 25 %iger Phosphorsäure versetzt.

Diese Mischung wird dreimal mit 500 ml Dichlormethan ausgeschüttelt, die organische Phase über  $MgSO_4$  getrocknet und im Vakuum das Lösungsmittel entfernt. Es entstehen 42 g eines  
 5 braunen Sirups.

Ausbeute: 44 %

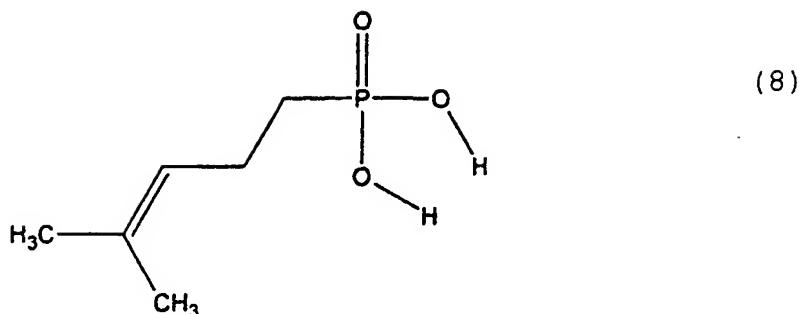


10

**Synthese von 6-Methacrylamido-2,5-dimethyl-1-hexenyl-phosphonsäure (Formel (7))**

19 g 1-(2,5-Dimethyl-1,5-hexadienyl)-phosphonsäure (0,1 mol)  
 15 werden in 100 ml Eisessig gelöst und mit 60 mg Phenothiazin und 7 g (0,1 mol) Methacrylnitril versetzt. Unter Kühlen werden 12 g 85 %iger Schwefelsäure hinzugefügt. Nach 24 h bei 50 °C wird der Ansatz gekühlt und mit 200 ml Wasser und 200 ml Dichlormethan versetzt und insgesamt dreimal mit 200 ml Dichlormethan ausgeschüttelt. Die vereinigten organischen Phasen werden noch zweimal mit Wasser ausgeschüttelt und dann über Molekularsieb getrocknet.

Ausbeute: 18 g (66 %)



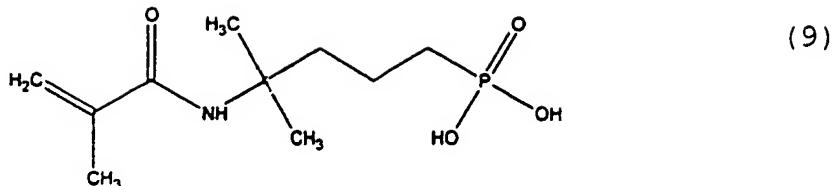
**Synthese von 1-(4-Methyl-4-pentenyl)-phosphonsäure  
(Formel (8))**

5

4 g 1-Brom-4-methyl-4-penten (48 mmol) werden 6 h mit 7,5 g (60 mmol)  $P(OCH_3)_3$ , bei  $120^\circ C$  unter Stickstoff erhitzt. Danach wird die Lösung auf Raumtemperatur gebracht und mit 35 ml 37 %iger Salzsäure versetzt und nochmals 20 h auf  $100^\circ C$  erhitzt.

10 Danach wird die Lösung wieder abgekühlt und mit 10 ml Wasser versetzt. Die wässrige Phase wird isoliert, es bildet sich ein leicht bräunlicher Niederschlag, der an der Luft getrocknet wird.

15 Ausbeute: 5,6 g 71 %



**Synthese von 4-Methacrylamido-4-methyl-pentyl-phosphonsäure  
(Formel (9))**

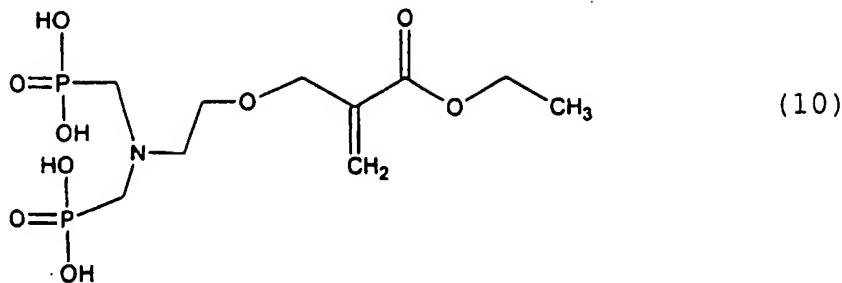
5

1,9 g 1-(4-Methyl-4-pentenyl)-phosphonsäure (12) (10 mmol) werden in 10 ml Eisessig gelöst und mit 6 mg Phenothiazin und 0,7 g (10 mmol) Methacrylnitril versetzt. Unter Kühlen werden 1,2 g 85 %iger Schwefelsäure hinzugefügt. Nach 24 h bei 50°C wird der Ansatz gekühlt und mit 20 ml Wasser und 20 ml Dichlormethan versetzt und insgesamt dreimal mit 20 ml Dichlormethan ausgeschüttelt. Die vereinigten organischen Phasen werden noch zweimal mit Wasser ausgeschüttelt und dann über Molekularsieb getrocknet.

10

15

Ausbeute: 1,3 g (52 %)



**Synthese von 2-(Ethyloxycarbonyl)-2-propenyl-1-oxyethyl-  
5 aminobismethylenephosphonsäure (Formel (10))**

4,45 g (60 mmol) KOH werden in 50 ml DMSO fünf Minuten bei Raumtemperatur gerührt. Dann werden 2,49 g (10 mmol) Ethanolamino-N,N-bismethylenephosphonsäure vorsichtig zugegeben. Zu 10 der schwach gefärbten Suspension werden langsam 2,94 g (15 mmol)  $\alpha$ -Brommethylacrylsäureethylester zugetropft. Der Reaktionsansatz wird 24 h bei Raumtemperatur gerührt, anschließend mit 50 ml kaltem Wasser versetzt, auf einen sauren pH eingestellt, mit 50 ml Dichlormethan extrahiert, die organische Phase getrocknet und das Lösungsmittel im Vakuum abgetrennt. Der verbleibende wachsartige Rückstand wird im Trockenschrank getrocknet.

Ausbeute: 1,5 g (40 %)

Alternative Möglichkeit zur Synthese von 4-Methacrylamido-4-methyl-pentyl-phosphonsäure (Formel (9))

1-(4-Methyl-4-pentenyl)-phosphonsäure (Formel (8))

5

1-(4-Methyl-4-pentenyl)-phosphosäurediethylester

10 ml (0,0752 mol) 5-Brom-2-methyl-2-penten werden mit 15 ml (0,0856 mol)  $P(OC_2H_5)_3$  bei 160 - 190 °C unter Abdestillation des entstehenden Ethylbromids erhitzt. Das Rohprodukt wird weiter verwendet.

1-(4-Methyl-4-pentenyl)-phosphonsäure (Formel (8))

15 4 g (0,0182 mol) 1-(4-Methyl-4-pentenyl)-phosphosäurediethylester wurden in 40 ml getrocknetem Chloroform gelöst und mit 4 ml (0,04 mol) Trimethylsilylbromid versetzt sowie 2 h bei Raumtemperatur gerührt. Anschließend wurde im Vakuum eingeengt und mit 40 ml Ethanol/Wasser (1:1) versetzt und ebenfalls 2 h gerührt. Dann wurde am Rotationsverdampfer eingeengt und der Rückstand im Vakuum mit  $P_2O_5$  getrocknet.

4-Methacrylamido-4-methyl-pentyl-phosphonsäure (Formel (9))

25

2,99 g 1-(4-Methyl-4-pentenyl)-phosphonsäure (0,0182 mol) werden mit 3 mg BHT und 1,53 ml (1,22 g; 0,0182 mol) Methacrylnitril versetzt. Dann wird eine Mischung aus 1 ml (1,84 g 97%iger) Schwefelsäure und 0,32 ml Wasser bei 20 °C getropft. Nach 16 h bei 20 - 30 °C steigert man die Temperatur innerhalb von 4 h auf 60 °C und hält diese Temperatur weitere 16 h. Danach wird der abgekühlte Ansatz in einer Mi-

Substanz	Anteil / Gew.-%
4-Methacrylamido-4-methylpentylphosphonsäure (Formel (9))	10,00
Wasser	10,00
Ethanol	44,28
Glycidyldimethacrylat	10,97
Hydroxyethylmethacrylat	15,00
Bis-GMA	7,50
Campherchinon	0,80
2-Ethylhexyl-4-(dimethylamino)benzoat	1,40
2,6-Di tert.butyl-4-methylphenol	0,05

Die einzelnen Substanzen des Haftvermittlers werden in einem jeweiligen Glasgefäß eingewogen und unter Rühren bei Raumtemperatur vermischt bis eine homogene Lösung entstanden ist.

5

**Beispiel 6 (Vergleichsbeispiel):**

Das Bond aus Beispiel 4 (Primer B des Ecusit Primer/Mono-Haftvermittler-Systems, Dental Material Gesellschaft, Hamburg, Deutschland) wird ohne vorherige Verwendung des Primers aus Beispiel 4 verwendet.

**Shear Bond Strength Messung:**

15 Zur Messung der Haftung von Kompositen an Zahnhartsubstanz unter Verwendung der erfindungsgemäßen Haftvermittler wird ein Shear-Bond-Versuch durchgeführt. Hierzu werden Rinder-Schneidezähne, aus denen zuvor die Pulpa entfernt wurde und

die nachträglich in 0,5 Gew.-% Chloramin T-Lösung in Wasser gelagert wurden, auf der Vorderseite bis zum Dentin naß abgeschliffen und anschließend mit einem feinen Schleifpapier (P500) naß plan geschliffen. Nach kurzer Lagerung in demineralisiertem Wasser wird die beschliffene Oberfläche trocken geblasen und das Haftvermittlersystem aufgetragen.

Zwei-Komponenten-Haftvermittler (Beispiel 4)

Der Primer aus Beispiel 4 wird mit einem Micro-Pinsel 20 s in die beschliffene Dentin-Oberfläche einmassiert. Im Anschluß wird mit dem Bond aus Beispiel 4 analog verfahren, die Oberfläche wird verblasen und 20 s mit einer Dentallampe (Translux EC, Fa. Kulzer & Co GmbH, Wehrheim, Deutschland) belichtet. Eine zweiteilige Teflonform mit einer Kavität von 3,0 mm Durchmesser wird aufgesetzt, mit einem Dental-Komposit (Ecusit, Dental Material Gesellschaft mbH, Hamburg, Deutschland) gefüllt und 40 s belichtet (Kulzer Translux EC).

Ein-Komponenten-Haftvermittler (Beispiel 5)

Der Haftvermittler aus Beispiel 5 wird mit einem Micro-Pinsel 20 s in die beschliffene Dentin-Oberfläche einmassiert. Im Anschluß wird die Oberfläche verblasen und 20 s mit einer Dentallampe (Translux EC, Fa. Kulzer & Co GmbH, Wehrheim, Deutschland) belichtet. Der Haftvermittler aus Beispiel 5 wird nochmals mit einem Micro-Pinsel 20 s in die Dentin-Oberfläche einmassiert, die Oberfläche verblasen und 20 s mit einer Dentallampe (Translux EC, Fa. Kulzer & Co GmbH, Wehrheim, Deutschland) belichtet. Eine zweiteilige Teflonform mit einer Kavität von 3,0 mm Durchmesser wird aufgesetzt, mit einem Dental-Komposit (Ecusit, Dental Material Gesellschaft

schung aus 1,16 ml Wasser und 10 ml Methanol gelöst und die Schwefelsäure durch Zugabe einer Lösung aus 1,46 g NaOH, 1,1 ml Wasser und 10 ml Methanol neutralisiert. Das Gemisch muß am Ende aber noch einen sauren pH behalten. Das Natriumsulfat wird abfiltriert und das Filtrat vollständig im Vakuum eingeengt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Zusammensetzung von drei erfindungsgemäßen Haftvermittlern (Beispiele 1 - 3)

	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3
Phosphonat	10 g Formel (7)	1 g Formel (9)	1 g Formel (10)
H <sub>2</sub> O	5 g	1 g	1,5 g
Ethanol	20 g	4,5 g	10 g
Bis-GMA*	25 g	0,75 g	1 g
TEDMA**	25 g	1,25 g	5 g
HEMA***	15 g	1,5 g	1,5 g
Ethyl-dimethylamino- benzoat	0,15 g	0,018 g	0,018 g
Campherchinon	0,1 g	0,014 g	0,014 g

\* Isopropyliden bis[2-hydroxy-3-(4-phenoxy)-methacrylat]

\*\* Triethylenglycoldimethacrylat

\*\*\* 2-Hydroxyethylmethacrylat

#### Beispiel 4: Zwei-Komponenten-Haftvermittler-System

Die Zusammensetzung eines Haftvermittlersystems, bestehend aus einem Primer, der als aktive Substanz eines der erfindungsgemäßen Haftmonomere enthält, sowie eines Bonds, das in einem zweiten Schritt auf eine zuvor mit Primer versehene Zahnhartsubstanz aufgetragen wird, ist im nachfolgenden zusammengestellt:

Komponente 1: Primer

Substanz	Anteil / Gew.-%
4-Methacrylamido-4-methylpentylphosphonsäure (Formel (9))	40,000
Wasser	28,875
Ethanol	28,875
Campherchinon	0,800
2-Ethylhexyl-4-(dimethylamino)benzoat	1,400
2,6-Di tert.butyl-4-methylphenol	0,050

- 5 Die einzelnen Substanzen des Primers werden in einem Glasgefäß eingewogen und unter Rühren bei Raumtemperatur vermischt bis eine homogene Lösung entstanden ist.

Komponente 2: Bond

10

Als Bond findet der kommerziell erhältliche Primer B des Haftvermittlersystems Ecusit - Primer / Mono (Dental Material Gesellschaft mbH - Hamburg, Deutschland) Verwendung.

15 **Beispiel 5: Ein-Komponenten-Haftvermittler-System**

Die Zusammensetzung eines Haftvermittlersystems, bestehend aus einer Komponente, die u.a. eines der erfindungsgemäßen Haftmonomere enthält, ist in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

mbH, Hamburg, Deutschland) gefüllt und 40 s belichtet (Kulzer Translux EC).

Vergleichsbeispiel (Beispiel 6)

5

Das Bond aus Beispiel 6 wird mit einem Micro-Pinsel 20 s in die beschliffene Dentin-Oberfläche einmassiert, mit Druckluft verblasen und 20 s mit einer Dentallampe (Translux EC, Fa. Kulzer & Co GmbH, Wehrheim, Deutschland) belichtet. Eine zweiteilige Teflonform mit einer Kavität von 3,0 mm Durchmes-  
10 ser wird aufgesetzt, mit einem Dental-Komposit (Ecusit, Den-  
tal Material Gesellschaft mbH, Hamburg, Deutschland) gefüllt und 40 s belichtet (Kulzer Translux EC).

15 Die Teflonform wird jeweils entfernt und die Präparation in Wasser zunächst 23 h bei 37°C dann 1 h bei 23°C gelagert. Die Präparation wird anschließend in eine Halterung zur Messung der Shear-Bond-Strength (s. ISO/DTS Committee Draft 11405, Ref. Nr. ISO/TC 106/SC 1 N 321 und dort zitierte Literatur)  
20 eingespannt und in einer Apparatur zur Bestimmung eines Kraft-Weg-Diagramms (Z010, Zwick GmbH & Co, Ulm, Deutschland) bei einem Vorschub von 0,50 mm/min vermessen. Die Prüfung wird an mehreren Präparationen (Anzahl n) durchgeführt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefaßt:

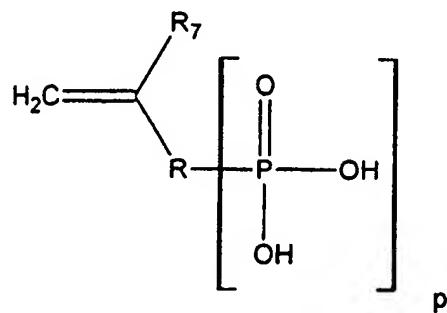
Beispiel	n	Scherfestigkeit Mittelwert [MPa]
4	10	17
5	3	9
6	10	0 <sup>1)</sup>

5

<sup>1)</sup>Komposit-Prüfkörper lösen sich ohne Widerstand von der Dentin-Oberfläche ab.

## Patentansprüche

1. Dentalmaterial, dadurch gekennzeichnet, daß es eine oder mehrere Phosphonsäuren folgender Struktur und/oder Salze dieser Säuren enthält:
- 5



wobei R, R<sub>7</sub> und p unabhängig voneinander bedeuten:

10 entweder:

- a) R: Alkylgruppe oder Alkylengruppe mit mindestens 6 C-Atomen oder Arylgruppe,

15 R<sub>7</sub>: H, Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl oder Butyl,  
p gleich 1 oder 2;

oder:

- 20 b) R: -CO-NR<sub>1</sub>-R<sub>8</sub>-

mit R<sub>1</sub> gleich H, Alkyl oder Aryl,  
mit R<sub>8</sub> gleich Aryl oder C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>

wobei 4 ≤ n ≤ 18 ist,

25 oder R<sub>8</sub> gleich C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>-Si(R<sub>5</sub>)<sub>2</sub>-[O-Si(R<sub>5</sub>)<sub>2</sub>]<sub>m</sub>-C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>-

wobei  $3 \leq n \leq 12$ ,

$1 \leq m \leq 10$ , und

$R_5$  gleich Methyl, Ethyl oder Phenyl ist,  
oder  $R_8$  gleich  $C_nH_{2n}-COONH-C_nH_{2n}$

5 wobei  $4 \leq n \leq 12$  ist, und wobei  $R_8$  Ether- oder weitere Urethangruppen aufweisen kann,

$R_7$  und  $p$  wie in a) definiert sind;

10 oder:



15

20

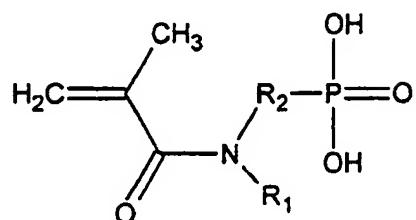
mit  $R_{10}$  ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Arylgruppen, Alkylgruppen mit mindestens 3 C-Atomen, oder Polyethergruppen mit 1 bis 10 Polyethereinheiten, mit  
 $R_{11}$  gleich oder verschieden ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Alkylgruppen und Arylgruppen,  
mit  $X$  gleich N, B oder CH,

25

$R_7$ :  $COOR_9$ ,  $CONHR_9$ , H oder Phenyl mit  $R_9$  ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl und Butyl,

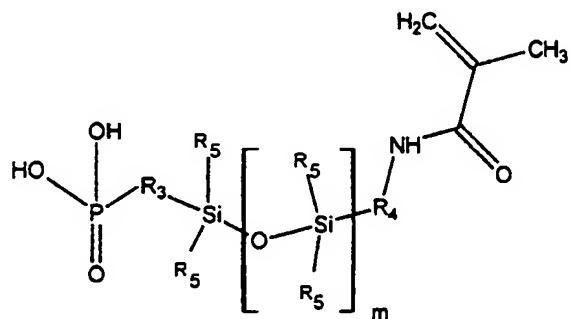
$p$  gleich 2.

2. Dentalmaterial nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Phosphonsäuren folgende Struktur aufweisen:



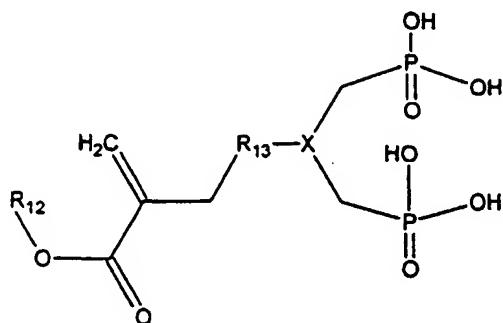
5 wobei  $\text{R}_2$  eine Alkylgruppe mit mindestens 4, vorzugsweise  
6 bis 12 C-Atomen oder eine Arylgruppe und  $\text{R}_1$  gleich Al-  
kyl, Aryl oder H ist.

- 10 3. Dentalmaterial nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Phosphonsäuren folgende Struktur aufweisen:



15 wobei  $\text{R}_3$ ,  $\text{R}_4$  gleich oder verschieden Aryl oder Alkyl dar-  
stellt,  $\text{R}_5$  gleich oder verschieden Methyl, Ethyl oder  
Phenyl darstellt, und  $m$  gleich 1 bis 10 ist.

4. Dentalmaterial nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Phosphonsäuren folgende Struktur aufweisen:



- 5 wobei bedeuten:
- X gleich N, B, oder CH,  
 R<sub>12</sub> gleich H, Methyl, Ethyl, Propyl, iso-Propyl oder Butyl,  
 R<sub>13</sub> gleich Alkyl mit mindestens 3 C-Atomen Kettenlänge, Aryl oder eine Polyethergruppe mit 1 bis 10 Polyether-Einheiten.
- 10
- 15
5. Dentalmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß es zusätzlich Lösungsmittel enthält.
- 20
6. Dentalmaterial nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Lösungsmittel ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Wasser, Ethanol, Methanol, Isopropanol, Aceton, Ethylmethylketon und Ethylacetat.
7. Dentalmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß es Erdalkali-, Alkali- und/oder Ammonium-Salz der Phosphonsäuren enthält.

8. Dentalmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß es zusätzlich Mono-, Di- oder Oligomethacrylate enthält.

5 9. Dentalmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß es zusätzlich Füllstoffe enthält.

10. Dentalmaterial nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllstoffe ionenfreisetzend sind.

10 11. Dentalmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß es zusätzlich Starter enthält.

15 12. Verwendung eines Dentalmaterials nach einem der Ansprüche 1 bis 11 als Haftvermittler oder Bestandteil eines Haftvermittlers.

20 13. Verwendung eines Dentalmaterials nach einem der Ansprüche 1 bis 11 als Compomer oder polymerisierbarer Zement oder als Bestandteil eines solchen Compomers bzw. Zements.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No  
PCT/EP 01/07602

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
**IPC 7 A61K6/083 C07F9/38**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
**IPC 7 A61K C07F**

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 909 761 A (IVOCLAR AG) 21 April 1999 (1999-04-21)	1,5-13
Y	page 3, line 14 -page 4, line 30 page 7, line 36 -page 11, line 32 & DE 197 46 708 A 22 April 1999 (1999-04-22) cited in the application ---	1
Y	EP 0 089 654 A (HOECHST AG) 28 September 1983 (1983-09-28) page 1, line 1 - line 20 claims; examples ---	1
A	DE 199 18 974 A (DEGUSSA) 16 December 1999 (1999-12-16) cited in the application ---	-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

18 October 2001

25/10/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Cousins-Van Steen, G

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No  
PCT/EP 01/07602

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>IGNATIUS F: "NOVEL CARBAMOYL PHOSPHONATE MONOMERS AND POLYMERS FROM UNSATURATED ISOCYANATES" JOURNAL OF POLYMER SCIENCE, POLYMER CHEMISTRY EDITION, US, JOHN WILEY AND SONS. NEW YORK, vol. 31, no. 1, 1993, pages 239-247, XP000331769 ISSN: 0887-624X cited in the application</p> <p>-----</p>	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inte. Application No.

PCT/EP 01/07602

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 0909761	A	21-04-1999	DE 19746708 A1 CA 2250333 A1 EP 0909761 A1 JP 3154978 B2 JP 11246572 A US 6172131 B1	22-04-1999 16-04-1999 21-04-1999 09-04-2001 14-09-1999 09-01-2001
EP 0089654	A	28-09-1983	DE 3210775 A1 AT 16597 T CA 1214183 A1 DE 3361263 D1 EP 0089654 A2 JP 58172396 A NO 831043 A US 4526728 A	29-09-1983 15-12-1985 18-11-1986 02-01-1986 28-09-1983 11-10-1983 26-09-1983 02-07-1985
DE 19918974	A	16-12-1999	DE 19918974 A1	16-12-1999

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Inte	les Aktenzeichen
PCT/EP 01/07602	

**A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
**IPK 7 A61K6/083 C07F9/38**

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

**IPK 7 A61K C07F**

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**EPO-Internal, WPI Data, PAJ**

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
X	EP 0 909 761 A (IVOCLAR AG) 21. April 1999 (1999-04-21)	1,5-13
Y	Seite 3, Zeile 14 -Seite 4, Zeile 30 Seite 7, Zeile 36 -Seite 11, Zeile 32 & DE 197 46 708 A 22. April 1999 (1999-04-22) in der Anmeldung erwähnt ---	1
Y	EP 0 089 654 A (HOECHST AG) 28. September 1983 (1983-09-28) Seite 1, Zeile 1 - Zeile 20 Ansprüche; Beispiele ---	1
A	DE 199 18 974 A (DEGUSSA) 16. Dezember 1999 (1999-12-16) in der Anmeldung erwähnt ---	-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definieren, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmelddatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmelddatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmelddatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kolidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18. Oktober 2001

25/10/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Cousins-Van Steen, G

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 01/07602

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	IGNATIOUS F: "NOVEL CARBAMOYL PHOSPHONATE MONOMERS AND POLYMERS FROM UNSATURATED ISOCYANATES" JOURNAL OF POLYMER SCIENCE, POLYMER CHEMISTRY EDITION, US, JOHN WILEY AND SONS. NEW YORK, Bd. 31, Nr. 1, 1993, Seiten 239-247, XP000331769 ISSN: 0887-624X in der Anmeldung erwähnt -----	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen

die zur selben Patentfamilie gehören

Intern	als Aktenzeichen
PCT/EP 01/07602	

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0909761	A	21-04-1999	DE	19746708 A1		22-04-1999
			CA	2250333 A1		16-04-1999
			EP	0909761 A1		21-04-1999
			JP	3154978 B2		09-04-2001
			JP	11246572 A		14-09-1999
			US	6172131 B1		09-01-2001
EP 0089654	A	28-09-1983	DE	3210775 A1		29-09-1983
			AT	16597 T		15-12-1985
			CA	1214183 A1		18-11-1986
			DE	3361263 D1		02-01-1986
			EP	0089654 A2		28-09-1983
			JP	58172396 A		11-10-1983
			NO	831043 A		26-09-1983
			US	4526728 A		02-07-1985
DE 19918974	A	16-12-1999	DE	19918974 A1		16-12-1999